Aus den seminaristischen Uebungen für pathologische Physiologie
an der Universität Berlin.
(Leiter: Prof. Dr. Adolf Bickel)

# Ueber den Einfluß des Karamels auf den menschlichen Stoffwechsel

*Inaugural-Dissertation*

zur

Erlangung des

*Medizinischen Doktorgrades*

an der

Friedrich-Wilhelms-Universität

zu Berlin

vorgelegt von

Friedrich Karl Bahrs
aus Hamersleben

Tag der Promotion: 9. 4. 1940

Druck: Karl u. Richard Hoffmann, Charlottenburg, Schillerstr. 44.

M 22

Gedruckt mit Genehmigung

der

Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. Kreuz
Referent: Prof. Dr. A. Bickel
Korreferent: Prof. Dr. Lohmann

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

# Ueber den Einfluß des Karamels auf den menschlichen Stoffwechsel

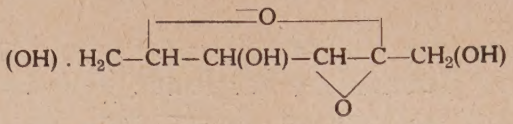
Im Rahmen der Volksernährung finden seit langem Nahrungs- und Genußmittel ausgiebige Verwendung, die dem Röstprozeß unterworfen worden sind. Zu Ihnen gehört auch der Karamel, der ein Röstprodukt des Zuckers ist. Karamel spielt schon seit langer Zeit bei der Volksernährung eine nicht unerhebliche Rolle. Die Nahrungsmittelchemie und auch die theoretische Chemie sind an der Zusammensetzung des Karamels interessiert.

Die Kenntnis der chemischen Natur der Produkte, die beim Röstvorgang aus den verschiedenen Zuckern entstehen, ist durch die älteren Arbeiten von Gélis (1) vor allem aber durch die Untersuchungen von Pictet und seinen Mitarbeitern (2) weitgehend aufgeklärt worden. Sie erhitzten Zucker im Vakuum bei einer Temperatur von 150°. Hierbei erhielten sie kristallinische Körper, die chemisch als Zuckeranhydride anzusehen waren. Diese Zuckeranhydride haben die allgemeine Zusammensetzung $Cn(H_2O)n$—I! Bei der Erhitzung wird Wasser abgespalten. Diese Abspaltung findet statt zwischen der Gruppe O—C—OH, dem Sitz der reduzierenden Eigenschaft, und einer der alkoholischen Gruppen H—C—OH. Es entsteht so aus dem Traubenzucker Glukosan, aus Fruchtzucker Lävulosan. Rohrzucker geht bei diesem Prozeß in ein Gemisch von Glucosan und Lävulosan über. Es wird angenommen, daß auch die Grundkörper der ausnutzbaren Bestandteile des Karamels Zuckeranhydride nach der Art des Glucosans und des Lävulosans sind.

In letzter Zeit sind einige aufschlußreiche Arbeiten zur Karamelchemie aus der deutschen Forschungsanstalt für Nahrungsmittelchemie in München und aus dem Carnegie-Institut in Pittsburg erschienen.

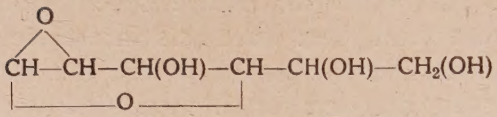
Erhitzt man Rohrzucker so tritt ein Zerfall in Glykose und ein Anhydrid der Fruktose — Lävulosan — ein, den schon Gélis beobachtete. Bei weiterer Temperatursteigerung auf 185° bis 190° erhält man eine Mischung aus

Glykosan und Lävulosan, die aufeinander einwirken, um Isosaccharosan zu bilden von der Formel $C_{12}H_{20}O_{10}$. Dieser Vorgang geht wahrscheinlich folgendermaßen vonstatten:



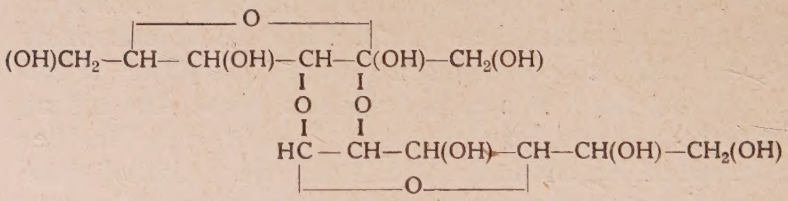
Lävulosan

+



Glukosan

=



Isosaccharosan.

Bei weiterem Erhitzen sollte das Karamelan und schließlich das Karamelen von der Formel $C_{36}H_{50}O_{25}$ entstehen. Bei den neueren Untersuchungen stellte sich heraus, daß die älteren Anschauungen über die Umsetzungen, die in den ersten Stadien der Karamelbildung vonstatten gehen, nicht mehr haltbar sind. Kruisheer (3) arbeitete sehr ausführlich über die Frage welche Veränderungen in chemischer Hinsicht bei der Einwirkung hoher Temperaturen auf Zucker entstehen. Er untersuchte vor allem die Stoffe, die bei der Röstung der Zucker entstehen, das Insulin und die Karamelbildung. Bei der Karamelbildung kam er zu dem Ergebnis, daß die Auffassungen Pictets und seiner Mitarbeiter nicht mehr haltbar sind. Er fand, daß ein Teil

der Saccharose beim Erhitzen in Glykose und in ein Anhydrid der Fruktose — Lävulosan —, ein anderer Teil aber gleichzeitig in Fruktose und Glykoseanhydrid übergeht. Dieser Prozeß macht sich durch Aufschäumen bemerkbar, da ein Wasserverlust auftritt bei der Bildung des Glykoseanhydrids. Gleichzeitig entstehen noch Difruktose- und Diglykoseanhydride. Er fand weiter, daß das Isosaccharosan kein einheitlicher Körper ist, sondern ein Gemisch mehrerer Stoffe, darunter wahrscheinlich auch Lävulosin und Glykosin. Aus diesem Grunde ist auch das Bestehen des Karamelans und schließlich des Karamelens als nicht erwiesen zu betrachten. Nach den neuesten Forschungen (Guenther von Elbe (4)) ist Karamel eine kolloidale Dispersion einer lyophoben Huminsubstanz I in einem Gemisch von 2 Schutzsubstanzen II und III.

Während die Erkennung der chemischen Struktur noch nicht abgeschlossen ist, steht die Verwendung des Karamels in der Volksernährung und in der diätetischen Therapie schon seit langem fest. Er wird als Zuckercouleur zum Färben von Bier, Saucen, Weinen und zur Herstellung von Bonbons verwandt. In der Medizin findet er bei der Behandlung des Diabetes Anwendung.

Seit dem Jahre 1851 liegen von Bouchardet (5) und Külz (5) Beobachtungen vor, aus denen sich ergab, daß nicht alle Arten von Kohlehydraten in gleicher Weise auf den diabetisch erkrankten Organismus wirken. Man fand, daß Traubenzucker, Maltase und Stärke am schnellsten und stärksten glykosurisch wirken, im Gegensatz zur Lävulose und zum Milchzucker, die nur halb so stark wirken. Man bemühte sich nun an Stelle der Hauptkohlehydrate, Rohrzucker und Stärke, für den Diabetiker andere Kohlehydrate ausfindig zu machen, die weniger glykosurisch wirken als diese. Sie wurden „Ersatzkohlehydrate" genannt, da sie außerhalb der gewöhnlichen Kost gelegen sind. Zu ihnen gehören unter anderen der Karamel, geröstete Stärkepräparate und die Anhydrozucker.

Karamel wurde 1914 von Grafe (6) in die Behandlung des Diabetes eingeführt. Er ging dabei von dem Gedanken aus, durch schon geringfügige Umwandlungen im Zuckermolekül, dieses seiner glykosurischen Wirkung zu

entheben, um es für die Ernährung der Diabetiker nutzbar zu machen. Er erhitzte trockene Glukose bis zu ihrem Schmelzpunkt, der bei 146° liegt. Hierbei verliert der Zucker die Fähigkeit, durch Hefe vergoren zu werden und seinen süßen Geschmack. Es ist ein schwarzbraunes Produkt entstanden, der Karamel. Grafe prüfte jetzt den Karamel auf seine Verwendbarkeit beim Diabetiker. Hierbei stellte er eine günstige Wirkung des Karamels auf die Glykosurie fest. Ein gutes Präparat, die „Karamose" von Merck, wurde in die Therapie eingeführt. Wegen zu hoher Herstellungskosten gibt es heute dieses Präparat nicht mehr, das wegen seines angenehmen Geschmacks bei allen Diabetikern sich großer Beliebtheit erfreute. 50 bis 100 g Karamel werden von allen Diabetikern gut und reizlos vertragen; dagegen warnen Umber (7) und von Noorden (8) größere Dosen Karamel zu geben, ohne vorher die Wirkung auf die Glykosurie geprüft zu haben. Größere Mengen Karamel rufen auch oft Durchfälle hervor und bewirken somit eine schlechtere Resorption.. Von mir wurden, wie später im experimentellen Teil näher beschrieben wird, 120 g Karamel reizlos vertragen. Grafe empfiehlt an Karameltagen Opium zu geben.. Bei normaler Resorption werden immer noch 5 bis 30 % des genossenen Karamels unverbraucht im Kot wieder ausgeschieden, die somit für den Stoffwechsel verloren sind. Von Noorden (8) schlägt vor, das Präparat wöchentlich nur zweimal zu nehmen, da bei einiger Diabetikern, die monatelang völlig zuckerfrei waren, wieder nach Karamelgaben Glykosurie auftrat. Für die angenehmere Verwendung gibt Umber (7) einige küchentechnische Ratschläge. Ein sehr wohlschmeckendes Schaumgebäck, das zum Kaffee oder Tee gern genommen wird, läßt sich folgendermaßen herstellen: 300 Gramm Eiereiweiß werden zu sehr steifem Schnee geschlagen, mit feingestoßener Vanille und 200 Gramm Karamel vermengt, bei mäßiger Hitze eine Stunde in Form kleiner Plätzchen gebacken und dann eventuell mit Kristalloselösung bestrichen. Eine weitere Speise, der Karamelcreme, wird wie folgt bereitet: 50 Gramm Karamel werden mit 200 Gramm Sahne und etwas Vanille aufgekocht, dann mit 2 gut verrührten Eigelben gut durchmischt, dann auf dem Warmbade zu

cremeartiger Konsistenz eingeengt und schließlich je nach persönlichem Geschmack mit mehr oder weniger Tropfen einer 20 %igen Krystallsacharinlösung versetzt.

Bei der Therapie mit Karamel zeigte sich eine günstige Wirkung auf die Glykosurie. Es trat aber auch eine günstige Wirkung auf die Acidose ein. Ferner stieg der respiratorische Quotient. In einigen Fällen trat auch eine spezifisch-dynamische Wirkung auf. Ratsam ist es daher, Karamel besonders bei denjenigen Fällen zu geben, die zur Acidosis neigen.

Aus diesen Ausführungen geht zur Genüge hervor, daß die Ersatzkohlehydrate, zu denen auch der Karamel gehört, bei leichten und mittelschweren Fällen von Diabetes nutzbringend angewandt werden kann. Man kann die Ersatzkohlehydrate je nach Lage des Falles und je nach Art des Präparates entweder als Süßstoff oder als Kalorienspender geben. Ein Gramm Karamel zeigt einen Brennwert von 4,4 Kalorien. So kann man durch Zutat von Karamel zur Diät dem Organismus, der oft in seiner Ernährung stark heruntergekommen ist, erhebliche Kalorienmengen zuführen (200 bis 400 Kalorien täglich), auch wenn nicht alles genossene Karamel resorbiert wird. Außerdem entfalten die Ersatzkohlehydrate als Zuckerderivate alle die physiologischen Wirkungen, die den Umsatz der natürlichen Kohlehydrate brauchen, wie man annimmt, nicht erst im Organismus in Traubenzucker umgewandelt zu werden, sondern können wahrscheinlich vom diabetisch erkrankten Körper direkt in Glykogen übergeführt werden und wirken so vielleicht insulinsparend.

In den bisherigen Ausführungen über den Karamel erhielten wir bereits einen Einblick in das Stoffwechselgeschehen des Organismus nach Verabreichung von Karamel. Mir fiel nun die Aufgabe zu, in einem Eigenversuch die Auswirkungen auf die oxydative Stoffwechsellage des Gesamtorganismus nach Maßgabe des Verhaltens der Harnquotienten C : N und Vacat-O : N bei Verabreichung von Karamel in der Nahrung zu prüfen (9). Diese Quotienten betreffen die Verhältnisse der im Harn ausgeschiedenen Kohlenstoffmengen zu den Stickstoffmengen (Kohlenstoffquotient C/N) und derjenigen Menge Sauerstoffs, die man

dem Harn zuführen muß, um eine vollständige Oxydation seiner sämtlichen gelösten Bestandteile zu erzielen, zu den in denselben Harn ausgeschiedenen Stickstoffmengen (Oxydationsquotient = Vacat-O : N). Die Harnquotientenlage stellt so eine neue Orientierungsmöglichkeit über das Stoffwechselgeschehen dar. Sie zeigt uns einen Querschnitt durch den Gesamtstoffwechsel, der in einer anderen Ebene liegt als die des Grundumsatzes. Diese Methode ist auch bereits zu der Beurteilung der Oxydationslage im Zwischenstoffwechsel bei der Darreichung von Röstprodukten angewandt worden (10). )

Nachdem Valentin (11) und Heusch (12) in ihren Experimenten mit geröstetem Weizen- beziehungsweise Roggenmehl und Traute (13) in seinen Versuchen mit Brotkruste im Vergleich zur Brotkrume eine herabgesetzte Oxydationslage im intermediären Stoffwechsel festgestellt hatten, und man durch den fast negativen Ausfall des Fleischversuches von Traute (13) zu dem Schluß gekommen war, daß es nicht das geröstete Eiweiß sein konnte, das diese starken Aenderungen herbeiführte, suchte Schering (14) eine endgültige Entscheidung herbeizuführen. Die Versuche mit geröstetem Kasein von Schröder (15) und die von Kuhn (16) mit geröstetem Weizenklebereiweiß hatten ebenfalls dargetan, daß die Röstprodukte des reinen Eiweißes die Harnquotientenlage nicht wesentlich verändern. Schering (14) prüfte nun den Einfluß des genossenen karamelisierten Rübenzucker auf die Oxydationslage im Zwischenstoffwechsel. Er fand bei seinen Versuchen an Ratten, daß bei Verabreichung karamelisierten Rübenzuckers eine deutliche Steigerung der Harnquotienten auftrat, die wahrscheinlich durch eine Umstellung im intermediären Stoffwechsel bedingt war.

Mir fiel nun die Aufgabe zu, durch einen Selbstversuch die Untersuchungsergebnisse Scherings (14) nachzuprüfen, um festzustellen, ob diese Stoffwechseländerungen auch schon bei der Karameldosierung auftreten, die in der menschlichen Therapie üblich ist. Dabei hielt ich im Prinzip dieselbe Versuchsanordnung ein, die bereits Traute (13), Valentin (11), Heusch (12), Schröder (15), Kuhn (16), und Schering (14) angewandt hatten bei ihren Rattenver-

suchen. 20 Tage lang nahm ich eine Kost zu mir mit einem Eiweißgehalt von ca. 56 g (= 9,04 g N) und einem Gehalt an Kalorien von ca. 2300 bei einem Körpergewicht von 85 kg. Die Berechnung des Eiweißgehaltes und Kaloriengehalts erfolgte nach den Schallschen Tabellen (17).

Es enthielten:

| | K. H. | Menge i. g. | Eiweiß i. g | Kal. |
|---|---|---|---|---|
| Mageres Rindfleisch gekocht | 0,0 | 100 | 30,0 | 300 |
| Weißes Weizenbrot | 51,0 | 100 | 6,8 | 270 |
| Reis (poliert) | 78,0 | 100 | 7,9 | 356 |
| Milch | 10,0 | 200 | 6,8 | 134 |
| Zucker (Rübenzucker) | 100,0 | 100 | — | 410 |
| Tomaten | 4,0 | 100 | 1,0 | 33 |
| Aepfel | 26,0 | 200 | 0,8 | 116 |
| Salat grün | 4,0 | 200 | 2,8 | 32 |
| Oel | 0,0 | 20 | — | 180 |
| Zitrone | 0,0 | — | — | — |
| Butter | 0,0 | 60 | 0,4 | 471 |
| | 273,0 | | 56,5 | 2302 |

Während der ganzen Versuchszeit, in der ich meiner Beschäftigung als Krankenhausarzt vollauf nachging, blieb das Gewicht annähernd konstant. In meinem ersten Versuche wurde nach einer Vorbereitungszeit von 2 Tagen, an denen die Versuchsdiät bereits genossen wurde, ohne daß aber Harnanalysen gemacht wurden, in einer ersten Periode von 5 Tagen diese Diät eingehalten. Darauf wurde Karamel in die Nahrung ersatzweise für den in ihr vorhandenen Zucker und zwar in den dem ersetzten Zucker entsprechenden Menge eingeführt. Der Karamel war durch Rösten aus demselben Vorrat von Rübenzucker genommen, aus dem auch meine Diät mit Zucker versorgt wurde. Anfangs nahm ich 3 Tage lang 60 g Karamel, dann am 9. und 10. Tage 90 g Karamel und schließlich am 11. Tage die 100 g Rübenzucker äquivalente Menge Karamel von 120 g, die ich reaktionslos vertrug. Es zeigte sich hierbei im Gegensatz zu den Untersuchungen Scherings, der eine kräftige Steigerung der Harnquotienten bei seinen Ratten festgestellt hatte, daß diese Harnquotientensteigerung in

meinem Versuch zunächst ausblieb. Nur bei den großen Gaben von 120 g Karamel machte sich vielleicht eine Andeutung von einem In-die-Höhe-Drängen der Harnquotienten, besonders der Kohlenstoffquotienten, bemerkbar bei vergleichsweiser Betrachtung der einzelnen Tageswerte. In einem an den ersten Versuch angeschlossenen zweiten Versuch wurde zunächst wieder karamelfreie Kost und zwar 4 Tage lang genommen. Alsdann wurden sofort 100 g Zucker dieser Kost durch die diesem entsprechenden 120 g Karamel ersetzt und diese große Karameldosis 3 Tage lang genossen. Das Ergebnis war dasselbe wie im ersten Versuch. Meine Diät enthielt ca. 270 g Kohlehydrate, davon waren 100 g Rübenzucker. An den Tagen, an denen ich die größte Karamelmenge unter völligem Ersatz dieser Zuckermenge zu mir nahm, war also weit über ein Drittel des gesamten Kohlehydratgehaltes der Nahrung durch Karamel ersetzt.

Aus meinen beiden Versuchen geht in Verbindung mit den Versuchen und Beobachtungen Scherings hervor, daß Karamel nur in größeren Mengen, pro kg Körpergewicht gerechnet, einen Einfluß auf die Oxydationslage im intermediären Stoffwechsel ausüben kann. Kamen doch auf 1 kg Körpergewicht bei Ratten Scherings ca. 14,0 g Karamel, während bei mir auf das kg Körpergewicht nur etwa 1,4 g Karamel entfielen. Bei den Ratten Scherings waren in allen Karamelperioden die absoluten Werte für C und Vacat-O gegenüber den karamelfreien Versuchen erhöht. Der Harn N aber verhielt sich in beiden Versuchen verschieden; bei Schering: in dem einen stieg er in der Karamelperiode an, in dem anderen Versuch war er in dieser Periode erniedrigt. In meinem Selbstversuch waren in den Karamelperioden die Harn-N-Werte gegenüber den korrespondierenden Perioden ohne Karamelgaben erniedrigt. Eine Ueberschlagrechnung ergibt bei der Annahme von 9,3 g N in der täglichen Nahrung, daß bei den Periodenmittelwerten von 9,3—8,1 8,2 7,6 g Harn N wohl N Gleichgewicht bestanden haben dürfte. Es ist wahrscheinlich, daß mit der größeren Karamelmenge auch die Karamelausscheidung durch den Kot anstieg, und daß das indirekt zu größeren

N-Verlusten durch den Darm Veranlassung gab.. Wir wissen ja, daß der menschliche Darm bei größeren Karamelgaben Karamel in beachtlichem Umfange unverändert ausscheidet. Bei den Ratten Scherings war aber in den Karamelperioden weder die Trockenkotmenge, noch die Kot-N-Menge gegenüber den anderen Perioden erhöht. Die absoluten Werte für C und Vacat-O sanken in der Karamelperiode des Versuches annähernd konform mit den N-Werten. In der Karamelperiode des zweiten Versuches folgte die Aenderung der Werte für C und Vacat-O derjenigen der Werte für N vielleicht ein wenig zögernder.

Für die Klinik ist es im Hinblick auf die diätetische Therapie beim Diabetes immerhin von Bedeutung zu wissen, daß durch Karamel in den hier gebräuchlichen Umfange die Oxydationslage nicht nennenswert beeinflußt wird. Daß die in meinen Versuchen aufgetretene Reduktion der Harn-N-Werte für die Karamelgabe obligatorisch ist, scheint im Hinblick auf den Rattenversuch von Schering zweifelhaft.

## Experimenteller Teil.

Der Versuch wurde in zwei Versuchsreihen an mir selbst durchgeführt und dauerte 20 Tage. Nach einer Vorbereitungszeit von 2 Tagen begannen am 3. Tage die Analysen. In den ersten 4 Tagen jeder Periode nahm ich eine Kost mit 100 g Rübenzucker zu mir.. Während ich in der ersten Reihe immer von 2 zu 2 Tagen die Karamelgaben von anfangs 60 g dann 90 g und schließlich auf 120 g steigerte, nahm ich in der zweiten Versuchsreihe sofort 120 g Karamel zu mir. Es wurde die 24-stündige Harnmenge gesammelt, gemessen und eine Probe hiervon analysiert.

Meine Kost hatte folgende Zusammensetzungen:

Periode 1 und 3

| | |
|---|---|
| Mageres Rindfleisch gekocht | 100 g |
| Weißes Weizenbrot | 100 g |
| Polierter Reis | 100 g |
| Milch | 200 ccm |
| Zucker (Rübenzucker) | 100 g |
| Frische Tomaten | 100 g |
| Frische Aepfel | 200 g |
| Grüner Salat | 200 g |
| Oel | 20 g |
| Butter | 60 g |

In der zweiten Periode nahm ich am 7. und 8. Tag eine Diät mit 50 % des Zuckers als Karamel (= 60 g) zu mir, am 9. und 10. Tage wurden 75 % des Zuckers ersetzt = 90 g Karamel und am 11. und 12. Tage ersetzte ich 100 g Zucker durch 120 g Karamel = 100 %. In der 4. Periode nahm ich vom 16. bis 18. Tage der Analysen sofort 120 g Karamel zu mir.

Auf den ganzen Tag verteilten sich die Mahlzeiten folgendermaßen:

Morgens zum Frühstück: 30 g Weißbrot mit 30 g Butter, dazu Tee nach Belieben.
Mittags: 100 g mageres gekochtes Rindfleisch, 40 g Weißbrot, Salat aus 200 g grünem Salat und 100 g Tomaten, 20 g Oel und 50 g Zucker.
Abends: 100 g polierter Reis gekocht mit 200 g Milch und 50 g Zucker. Außerdem 30 g Weißbrot mit 30 g Butter. An den Karameltagen nahm ich Karamel auf die einzelnen Mahlzeiten verteilt in Tee zu mir. Außerdem aß ich noch täglich 200 g frische, rohe Aepfel, 2 Zitronen.
Als Getränk nahm ich Tee in beliebigen Mengen zu mir.

## Analytischer Teil.

Der Harn wurde gesammelt und seine Menge in 24 Stunden gemessen. In der 24-stündigen Harnmenge wurden bestimmt: der Stickstoff nach der Halbmikromethode von Kjedahl, der Kohlenstoff nach der Mikromethode von Nicloux-Osuka (18), der Vacatsauerstoff nach der Mikromethode von Müller-Kanitz (19).

| Versuchs-tag | Körper-gewicht | Harn-menge | Harn C mg. | Harn-Vacat-O mg | Harn-N. mg | C/N | V.O/N. | V.O./C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Periode 1. Zucker. | | | | |
| 1 | 85,0 | 920 | 7419 | 11408 | 7972 | 0,93 | 143 | 1,54 |
| 2 | 85,0 | 735 | 8110 | 12661 | 9364 | 0,87 | 1,34 | 1,56 |
| 3 | 84,9 | 750 | 8285 | 12893 | 9461 | 0,80 | 1,36 | 1,56 |
| 4 | 84,9 | 1400 | 8434 | 12020 | 9996 | 0,84 | 1,20 | 1,42 |
| 5 | 84,9 | 1080 | 8729 | 13549 | 9540 | 0,91 | 1,42 | 1,55 |
| Periodendurchschnittswert (Dividion der Mittelwerte für C, VO und N ergibt die Mittelwerte d. Quotienten). | | | 8195 | 12506 | 9267 | 0,88 | 1,35 | 1,53 |
| | | | | Periode 2. Karamel. | | | | |
| 6 | 84,9 | 1200 | 7187 | 10543 | 7845 | 0,91 | 1,34 | 1,47 |
| 7 | 84,9 | 750 | 8303 | 11700 | 9576 | 0,87 | 1,22 | 1,41 |
| 8 | 84,9 | 1175 | 7776 | 11413 | 8948 | 0,87 | 1,28 | 1,47 |
| 9 | 84,8 | 650 | 5831 | 11500 | 7116 | 0,82 | 1,62 | 1,98 |
| 10 | 84,7 | 985 | 7446 | 12676 | 8274 | 0,90 | 1,46 | 1,61 |
| 11 | 84,7 | 1060 | 7333 | 11235 | 6752 | 1,09 | 1,66 | 1,53 |
| Periodendurchschnittswert | | | 7309 | 11396 | 8085 | 0,90 | 1,41 | 1,56 |
| | | | | Periode 3. Zucker. | | | | |
| 12 | 84,8 | 930 | 6891 | 10888 | 7708 | 0,89 | 1,41 | 1,58 |
| 13 | 84,7 | 600 | 7031 | 11160 | 7694 | 0,93 | 1,45 | 1,59 |
| 14 | 84,7 | 530 | 7266 | 11116 | 7806 | 0,93 | 1,42 | 1,53 |
| 15 | 84,6 | 910 | 8097 | 12791 | 9708 | 0,83 | 1,32 | 1,58 |
| Periodendurchschnittswert | | | 7321 | 11488 | 8228 | 0,89 | 1,40 | 1,57 |
| | | | | Periode 4. Karamel. | | | | |
| 16 | 84,6 | 960 | 7402 | 11863 | 7795 | 0,95 | 1,52 | 1,60 |
| 17 | 84,7 | 1370 | 6220 | 10485 | 7069 | 0,88 | 1,48 | 1,69 |
| 18 | 84,6 | 1400 | 7787 | 11946 | 7987 | 0,97 | 1,49 | 1,53 |
| Periodendurchschnittswert | | | 7136 | 11431 | 7617 | 0,94 | 1,50 | 1,60 |

## Uebersichtstabelle.

| Periode Nr. | Körper-gewicht in Kilo | Harn-C mg | Harn Vacat-O mg | Harn-N mg | C/N | V-O/N |
|---|---|---|---|---|---|---|
| I. 100 g Zucker | 85,0 | 8195 | 12506 | 9266 | *0,88* | *1,34* |
| II. Karamel! | 84,7 | 7309 | 11396 | 8085 | *0,90* | *1,40* |
| III. Zucker | 84,8 | 7321 | 11488 | 8228 | *0,89* | *1,40* |
| IV. Karamel! | 84,6 | 7136 | 11431 | 7617 | *0,94* | *1,60* |

## Literaturangabe.


1. Gelis: Ann. chim. phys. 52. 352. (1858). 65. 496. (1862).
2. J. Kerb u. Kerb-Etzdorf: Biochem. Zeitschr. 144. 60. 1924. 151. 435. 1924.
3. Kruisheer: Zeitschrift für Untersuchung der Lebensmittel 65. S. 275. 1933.
4. Guenther v. Elbe: The nature of sucrose Caramel. Journ. Amer. chem. Soc. 58. 60—601. 1936.
5. Gottschalk: Die Bedeutung der Ersatzkohlehydrate für die Praxis und Theorie der Zuckerkrankheit. Ergebn. der inneren Medizin und Kinderheilkunde. 36. 56. 1929.
6. Gräfe: Münch. Med. Wochschr. 1914 1433 (Caramel).
7. Umber: Ernährung und Stoffwechselkrankheiten. 1925.
8. von Noorden: Zuckerkrankheit. 1917.
9. A. Bickel: Arch. f. Kinderheilk. 107. I. 1935.
10. A. Bickel: Die Brotnahrung des deutschen Volkes und seines Heeres in der Wirkung i. Eiweiße a. d. Energetik d. Zwischenstoffwechsels. Verlag Thieme Leipzig 1937.
11. Valentin: Zur Kenntnis der durch den Röstprozeß herbeigeführten Aenderungen des Weizenmehls in ihrer Auswirkung auf den Zwischenstoffwechsel. Diss. Med. Fakultät Berlin 1937.
12. Heusch: Ueber den Einfluß der Zubereitung der menschlichen Nahrung mit Hilfe des Feuers und ernährungsphysiologischen Wert. Diss. Med. Fakultät Berlin 1937.
13. Traute: Zur Kenntnis der durch den Röstprozeß hervorgerufenen Aenderungen im Brot und Fleisch in ihrer Wirkung auf die Harnquotienten C/N und V. O./N. Diss. Med. Fak. Berlin. 1937.
14. Schering: Ueber den Einfluß des Karamels auf den Stoffwechsel. Diss. Med. Fakultät Berlin 1938.
15. Schröder: Ueber den Einfluß eines reinen tierischen Eiweißes auf dessen ernährungsphysiologische Wirkung am Beispiel des Kaseins. Diss. Med. Fakultät Berlin 1937/38.
16. Kuhn: Ueber den Einfluß der Röstung des Weizenklebereiweißes auf den Zwischenstoffwechsel. Diss. Med. Fakultät Berlin 1937/38.
17. Schall Heisler: Nahrungsmitteltabelle.
18. Osuka: Biochem. Zeitschr. 246. 104. 1932.
19. H. R. Kanitz: Biochem. Zeitschr. 257. 361. 1933. 249. 234. 1932.

## Lebenslauf.

Ich, Gustav Adolf Friedrich Bahrs bin am 9. Januar 1911 als Sohn des Lehrers Otto Bahrs zu Hamersleben geboren. Ich besuchte das Reformrealgymnasium in Oschersleben (Bode) und legte Ostern 1930 die Reifeprüfung ab. Darauf studierte ich an der Universität Berlin Medizin, wo ich im Juli 1932 die ärztliche Vorprüfung ablegte. Im Sommersemester 1933 studierte ich in Heidelberg, im Wintersemester 1933/34 in Halle (Saale).) Im Sommer 1934 ging ich wieder nach Berlin zurück, wo ich mein Studium im Januar 1936 mit dem medizinischen Staatsexamen, das ich mit gut bestand, beendete. Während meines praktischen Jahres war ich als Medizinalpraktikant auf der chirurgischen Abteilung des Städt. Krankenhauses Berlin-Pankow, auf der Medizinischen Klinik des Städt. Krankenhauses Magdeburg-Altstadt und an der Städt. Nervenklinik Magdeburg-Sudenburg tätig. Seit meiner Bestallung im Februar 1937 bin ich als Assistenzarzt am Städt. Krankenhaus Haldensleben tätig.

Für die Ueberlassung des Themas sowie für die zahlreichen Anregungen während der Anfertigung meiner Arbeit bin ich Herrn Professor Dr. Bickel dankbarst verpflichtet.